

## 明 細 書

### 多チャンネル光路変換素子及びその製造方法

#### 技術分野

- [0001] 光導波路デバイスの普及には素子間を効率的に接続するためには光回路の進行方向を変換する多チャンネル光路変換素子が必要とされる。本発明は損失が少なく特性の揃った多チャンネルの光路変換素子、及びその有効な作製方法に関するものである。

#### 発明の背景

- [0002] 情報通信システムの基盤技術として光通信技術が浸透していくにつれて光導波路は、光ネットワークキーデバイスとして益々その重要性が高まると同時に、光電子回路配線基板等の分野への応用に向けて開発が進められている。光導波路デバイスの普及には低価格化と量産化が要望されており、取り扱いの容易な樹脂製光導波路がその有力な候補として開発されている。導波路用の樹脂材料としては、フッ素化ポリイミド樹脂、重水素化ポリシロキサン樹脂、エポキシ系樹脂、全フッ素化脂環式樹脂、アクリル系樹脂、シリコーン樹脂等が用いられる。
- [0003] 光導波路デバイスの普及には素子間を効率的に接続するために光回路を急激に曲げる光路変換の技術、特に、2〜16チャンネルなどの、複数の光信号をパラレルに送受信することが出来る様々な多チャンネルの光路変換素子が必要とされ、さらには、損失が少なく、チャンネル間で特性の揃った、低コストの光路変換素子が求められている。
- [0004] 光路変換部品として、片端に傾斜端面を有し、かつ前記傾斜端面の傾斜角及び傾斜端面における光導波路コアのサイズ、配置等が概ね等しい一対の光導波路の、前記傾斜端面同士を対向させ、この傾斜端面における光導波路のコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記一対の光導波路が概ねV字型に固定され、前記V字型の光導波路の頂部を除去してコアを所定の位置まで露出させて反射面が設けられたものを所定の間隔で並列に積層し、コアより屈折率の低い物質で覆って作製する多チャンネル光路変換部品が提案されている。(特許文献1参照)

しかし、傾斜面の合った導波路を作製する工程、これらを張り合わせる工程など精密な作業を必要とし工程が複雑であり、水平導波路と垂直導波路を別々に作製することで垂直導波路と水平導波路の位置ずれが起こりやすく、損失が増大する恐れがある。

- [0005] また、基板上に水平に導波路を作製し、その後反射ミラーを作製し、クラッド層を成膜後、水平導波路に垂直の開口部を設け、中空部に光を通す方法が提案されている。(特許文献2参照)

この場合、コアと中空部分の境界では光の反射や散乱が発生し、損失が増大する。また、中空部をコア材で充填した場合も、水平導波路と垂直導波路を別々に作製するため垂直導波路と水平導波路の位置ずれが起こりやすく、また、別個に作った水平部分と垂直部分のコアの境界で界面が発生し、損失が増大する要因となる。

特許文献1:特開2001-194540

特許文献2:特開2000-193838

### 発明の概要

- [0006] 本発明の目的は、複数の光路をミラーを用いて変換する多チャンネル光路変換素子において、低損失でチャンネル間の特性の揃った光路変換素子と、作製の容易性、低コスト性を兼ね備えた製造方法を提供することである。
- [0007] 本発明に依れば、複数の、樹脂光導波路とミラーによって構成され、光路の方向を変換する多チャンネルの光路変換素子において、ミラーを挟み光路の方向が変化したコアが一体的に形成され、かつ、複数のチャンネルのコアが、互いの位置関係を維持した状態で、同時に形成されている樹脂製の多チャンネル光路変換素子が提供される。
- [0008] 上記の多チャンネル光路変換素子は、本発明の第1又は第2方法によって製造できる。
- [0009] 本発明の第1方法は、基板上にクラッド樹脂による直方体形状のブロックを形成し、コア樹脂で該ブロックを蔽うコア層を成膜し、該コア層と該ブロックを選択的にエッチングすることにより光路の方向が直角状に変化した複数のコアを同時に形成する工程を含む。

[0010] 本発明の第2方法は、基板上に樹脂によるコア層を成膜し、該コア層を選択的にエッチングすることにより光路の方向が直角状に変化した複数のコアを互いの位置関係を維持した状態で同時に形成する工程を含む。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第1方法による多チャンネル光路変換素子の作製工程の一例を示す図である。

[図2]多チャンネル光路変換素子の作製工程(第1方法)において、図2(A)はクラッドブロックを示し、図2(B)は、水平部と垂直部が一体的に形成された、コアを示すものである。

[図3]実施例1における、コアブロックと、コアの関係を示す図である。

[図4]本発明の第2方法による多チャンネル光路変換素子の製造工程の第一例を示す図である。

[図5]図4の方法で、多チャンネル光路変換素子の作製工程において、図5(A)はコアブロックを示し、図5(B)は、水平部と垂直部が一体的に形成された、コアを示すものである。

[図6]実施例2における、コアブロックと、コアの関係を示す図である。

[図7]本発明の第2方法による多チャンネル光路変換素子の製造工程の第二の例を示す図である。

[図8]図7の(e)の工程におけるコアの斜視図を示すものである。

### 詳細な説明

[0012] 本発明に依れば、ウェハープロセスにおいて導波路コアの垂直部と水平部が一体で形成される。従って、特性が安定し、高精度と低損失、低コストを兼ね備えた多チャンネル光路変換素子を提供できる。

[0013] 以下、本発明の第1の方法を例示的に詳述する。

図1(a)～図1(j)は本発明の多チャンネル光路変換素子の作製工程の一例を説明する図である。多チャンネル光路変換素子は以下のような工程で作製される。図1(a)では、仮基板1の上にマグネトロンスパッタ等の技術を用いて酸に溶ける金属膜である犠牲層2を成膜する。犠牲層2は水溶性の樹脂でもよい。

- [0014] 図1(b)ではクラッド層3を成膜する。図1(c)ではフォトリソグラフィと反応性イオンエッチング(RIE:Reactive Ion Etching)の技法により、クラッドブロック4を作製する。このブロック4は直方体形状であるが、その大きさは、作成する光路変換素子が必要とする大きさを適宜選択する。また、このブロックは各素子個別に製作しても良いが、並列した複数の素子に対して連続したものを、一括してライン状に作製することも好適である。クラッドブロック4の斜視図を図2(A)に示す。この工程は直接露光法やモールド法、ダイシングソーを用いた手法でも作製可能である。
- [0015] 図1(d)ではクラッドブロック4を蔽うコア層5を成膜する。図1(e)ではフォトリソグラフィと反応性イオンエッチングの技法により、水平部と垂直部が一体で形成されたコア6を作製する。多チャンネルのコア6の斜視図を図2(B)に示す。この工程は直接露光法やモールド法、ダイシングソーを用いた手法でも作製可能である。図1(f)ではクラッド層7を全面に充填する。
- [0016] 図1(g)ではダイシングソーによりV溝8を作製し、マグネトロンスパッタ等の技術を用いて反射膜9を成膜しミラーを形成する。反射膜には金属膜や誘電体多層膜等を用いる。ミラー面の形成には、反射膜を成膜したプリズムをV溝に配置し、接着剤等で固定する方法も好適である。また、ダイシングソーで45度の切込みを入れ、反射膜を成膜したフィルムを差し込み、接着剤で固定することもできる。図1(h)ではクラッド樹脂10でV溝の埋め込みを行い、素子表面の平坦化を行う。図1(i)では、基板11を導波路に貼り付ける。基板は硝子基板やシリコン基板、樹脂基板等が使用できる。図1(j)では酸等を用いて犠牲層2を除去し仮基板1を除き、ダイソーで多チャンネル光路変換素子に切断分離する。
- [0017] 以下、本発明の第2方法を例示的に詳述する。

図4(a)ー図4(l)は本発明の多チャンネル光路変換素子の製造工程(第2方法)の第一の例を説明する図である。多チャンネル光路変換素子は以下のような工程で製造される。図4(a)では、第一の仮基板1'の上にマグネトロンスパッタ等の技術を用いて酸に溶けるAl、Cuなどの金属膜である犠牲層2'を成膜する。犠牲層2は、水溶性の樹脂でもよい。図4(b)ではクラッド層3'を成膜する。図4(c)ではコア層4'を成膜する。図4(d)ではフォトリソグラフィと反応性イオンエッチング(RIE:Reactive Ion

Etching)の技法により、コアブロック5'を作製する。このブロック5'は直方体形状であるが、その大きさは、作製する光路変換素子が必要とする大きさを適宜選択する。また、このブロックは各素子個別に製作しても良いが、並列した複数の素子に対して連続したものを、一括してライン状に作製することも好適である。コアブロック5'の斜視図を図5(A)に示す。この工程は直接露光法やモールド法、ダイシングソーを用いた手法でも作製可能である。

[0018] 図4(e)ではコアブロック5'を蔽うクラッド層6'を成膜する。図4(f)ではフォトリソグラフィと反応性イオンエッチングの技法により、L字を構成する水平部のコアと、垂直部のコアにはさまれた部分のコア樹脂を取り除き、L字型のコアブロックを形成する。図4(g)ではクラッド層8'を全面に充填し、チャンネル間、素子間の不要部分のコア樹脂、クラッド樹脂を取り除き、L字型のコア7' (7b')を形成し、チャンネル間、素子間の空隙をクラッド層で蔽った後、表面の平坦化処理を実施する。この工程の途中における多チャンネルのコア7'の斜視図を図2(B)に示す。図4(h)では第二の基板9'を接着剤10'によって貼り付け、第一の仮基板1'を取り除く。図4(i)ではダイシングソーによりV溝11'を作製し、マグネトロンスパッタ等の技術を用いてコアコーナ一部に反射膜12'を成膜しミラーを形成する。反射膜には金属膜や誘電体多層膜等を用いる。ミラー面の形成には、反射膜を成膜したプリズムをV溝に配置し、接着剤等で固定する方法も好適である。また、ダイシングソーで45度の切込みを入れ、反射膜を成膜したフィルムを差し込み、接着剤で固定することもできる。

[0019] 図4(j)ではクラッド樹脂13'でV溝の埋め込みを行い、素子表面の平坦化を行う。図4(k)では、基板14'を導波路に貼り付ける。基板は硝子基板やシリコン基板、樹脂基板等が使用できる。図4(l)では酸等を用いて犠牲層2'を除去し第二の仮基板9'を除き、その後、ダイサーで多チャンネル光路変換素子に切断分離することにより多チャンネル光路変換を製造するものである。

[0020] また図7は本発明における多チャンネル光路変換素子の製造工程(第2方法)の第二の例を示す図である。

図7の(a)は、図4と同様な方法によって、第一の仮基板1'の上に犠牲層2'を成膜し、その上に、クラッド層3'、コア層4'を成膜したものである。図7の(b)では、フォトリソ

グラフィと反応性イオンエッチング (RIE) の技法により選択的にエッチングすることにより、L字型を構成する水平部のコアと、垂直部のコアにはさまれた部分のコア樹脂を取り除きL字型のコアブロックを形成する。図7の(c)では取り除いた部分をクラッド樹脂で埋め込み、図7の(d)で、導波路間、その他のコア樹脂不要部分を選択的に取り除きL字型のコアを形成後、図7の(e)では、取り除いた部分をクラッド樹脂で埋め込むことにより、L字型の複数のコアを互いの位置関係を維持した状態で同時に形成するものである。この時の斜視図を図8に示す。以後、第一の例における、図4の(h)ー(1)と同様な方法で、多チャンネル光路変換を製造する。

[0021] 上記の第1及び第2方法により、光路の方向が変化したコアが一体的に形成され、かつ複数のチャンネルのコアが互いの位置関係を維持した状態で、同時に形成されることにより、特性の安定した多数の多チャンネル光路変換素子を精度良く一括して同時に製造することが出来る。

[0022] また、本発明は、光路の方向を直角状に変化させる光路変換素子に関わるものであるが、ミラー部の傾斜を調整することで、直角以外の角度で光路を変化させることも容易に可能である。

[0023] 以下、実施例により本発明を具体的に説明する。ただし、本発明は実施例によって限定されるものではない。実施例1は本発明の第1方法に対応し、実施例2ー3は本発明の第2方法に対応するものである。

[0024] 実施例1

4チャンネル光路変換素子を作製した。コア断面(図3E-E視)の大きさは $40\mu\text{m}$   $\times$   $40\mu\text{m}$ の正方形でありチャンネル間のコアピッチは $0.25\text{mm}$ とする。

[0025] まず、4インチの仮硝子基板上にマグネトロンスパッタを用いて犠牲層を成膜した。犠牲層はAl(厚さ $1\mu\text{m}$ 程度)を用いた。次にクラッド層を成膜した。クラッドにはエポキシ系樹脂を用い、成膜はスピンコート法を用いた。成膜後、研削、研磨により平坦化処理を行いクラッド層の厚さを $70\mu\text{m}$ とした。次に、クラッド層の上にマスク材を成膜し、フォトリソグラフィでパターニングを行った。マスク材にはAlを使用し、 $\text{O}_2$ ガスを流入させてマスク層に保護されていないクラッド層の不要部分をエッチングにより除去( $\text{O}_2$ -RIE)し、クラッドの直方体ブロックを作製した。クラッドブロックの高さは、70

$\mu\text{m}$  (図3のA)、幅は1mm (図3のB)であり、図3の紙面に垂直方向へは、直列に並ぶ複数の素子のクラッドブロックを一体化してライン状に作成した。

[0026] その上にコア層の成膜をスピコート法で行った。コア層にはエポキシ系樹脂を用いた。成膜後、コア層上面を研削、研磨し、表面の平坦化処理を実施し、コア層厚さはクラッドブロック上部から $40\mu\text{m}$ とした。次に、コア層の上にAlのマスク材を成膜しフォトリソグラフィでパターニングを行い、その後、 $\text{O}_2$ -RIEによりコア層とクラッドブロックの不要部分を除去し、クラッドブロックに沿って直角に曲がったコアを作製した (図3)。コアの大きさは $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  (図3E-E視)であり、水平部も垂直部も同じ大きさである。コア垂直部の長さは、コア水平部の上端から $110\mu\text{m}$  (図3のC)、コア水平部の長さは、コア垂直部の外端から $1,040\mu\text{m}$  (図3のD)である。次に、クラッド樹脂を全面に充填し、成膜後、クラッド樹脂の上面を研削、研磨し平坦化処理を行った。クラッド樹脂の充填にはスピコート法を使用した。

[0027] その後、コアの直角曲がり部にダイシングソーでV溝を形成しミラー膜を形成した。ミラーはマグネトロンスパッタでV溝部分にのみAu膜が形成されるように実施した。ミラー一面を成膜後、V溝にクラッド樹脂を充填すると共に、クラッド層を成膜し、表面を研削、研磨して平坦化処理を行った。次に、硝子基板をクラッド層上面にエポキシ系の接着剤を用いて貼り付け、次に犠牲層を溶解して仮基板を除去した。犠牲層の除去には硫酸銅、塩化第二鉄、水の混合液を用いた。次に各素子を $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ の正方形に切断分離し、803個の4チャンネル光路変換素子が得られた。波長1.3ミクロンの光を通し、挿入損失を測定したところ、素子内の導波路の挿入損失3dB以下で、さらに素子内での挿入損失のばらつきが0.1dB以下のものが、667個(83%)にのぼり、一度に均質な4チャンネル光路変換素子を歩留まり良く製造することができた。

#### [0028] 実施例2

4チャンネル光路変換素子を作製した。コア断面 (図6K-K視)の大きさは $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$ の正方形でありチャンネル間のコアピッチは0.25mmとする。

[0029] まず、4インチの第一の仮硝子基板の上にマグネトロンスパッタを用いて犠牲層を成膜した。犠牲層はAl (厚さ $1\mu\text{m}$ 程度)を用いた。その上にクラッド層 $10\mu\text{m}$ を成膜

し、次にコア層を成膜した。コアにはエポキシ系樹脂を用い、成膜はスピコート法を用いた。成膜後、研削、研磨により平坦化処理を行いコア層の厚さを $120\text{ }\mu\text{m}$ とした。次に、コア層の上にマスク材を成膜し、フォトリソグラフィでパターニングを行った。マスク材にはAlを使用し、 $\text{O}_2$ ガスを流入させてマスク層に保護されていないコア層の不要部分をエッチングにより除去( $\text{O}_2$ -RIE)し、コアの直方体ブロックを作製した。

[0030] コアブロックの高さは、 $120\text{ }\mu\text{m}$ (図6のG)、幅は $1\text{mm}$ (図6のF)であり、図6の紙面に垂直方向へは、直列に並ぶ複数の素子のコアブロックを一体化してライン状に作製した。

[0031] その上にクラッド層の成膜をスピコート法で行った。クラッド層にはエポキシ系樹脂を用いた。成膜後、クラッド層上面を研削、研磨し、表面の平坦化処理を実施し、クラッド層の厚さはコアブロック上部から $10\text{ }\mu\text{m}$ とした。次に、クラッド層の上にAlのマスク材を成膜しフォトリソグラフィでパターニングを行い、その後、 $\text{O}_2$ -RIEによりクラッド層とコアブロックの不要部分を除去し、直角に曲がったコアを作製した(図6)。

[0032] コアの大きさは $40\text{ }\mu\text{m} \times 40\text{ }\mu\text{m}$ (図6K-K視)であり、水平部も垂直部も同じ大きさである。コア垂直部の長さは、コア水平部の下端から $120\text{ }\mu\text{m}$ (図6のG)、コア水平部の長さは、コア垂直部の外端から $1,000\text{ }\mu\text{m}$ (図6のF)である。次に、クラッド樹脂を全面に充填し、成膜後、クラッド樹脂の上面を研削、研磨し平坦化処理を行った。クラッド樹脂の充填にはスピコート法を使用した。次にエポキシ系の接着剤で、第二の仮硝子基板を貼り付け、犠牲層を溶解して第一の仮基板を取り除いた。犠牲層の除去には硫酸銅、塩化第二鉄、水の混合液を用いた。

[0033] その後、コアの直角曲がり部にダイシングソーでV溝を形成しミラー膜を形成した。ミラーはマグネトロンスパッタでV溝部分にのみAu膜が形成されるように実施した。ミラー面を成膜後、V溝にクラッド樹脂を充填すると共に、クラッド層を成膜し、表面を研削、研磨して平坦化処理を行った。次に、硝子基板をクラッド層上面にエポキシ系の接着剤を用いて貼り付け、次に各素子を $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ の正方形に切断分離し、780個の4チャンネル光路変換素子が得られた。波長 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ の光を通し、挿入損失を測定したところ、挿入損失 $3\text{dB}$ 以下で、さらに各素子内での挿入損失のばらつきが $0.1\text{dB}$ 以下のものが、618個(79%)得られ、一度に均質な4チャンネル光路変換



素子を歩留まり良く製造することができた。

[0034] 実施例3

実施例2と同じ4チャンネル光路変換素子を作製した。大きさは実施例2と同じである。まず、4インチの第一の仮硝子基板の上にマグネトロンスパッタを用いて犠牲層を成膜した。犠牲層はAl(厚さ1  $\mu$ m程度)を用いた。その上にクラッド層(10  $\mu$ m)を成膜し、次にコア層を成膜した。コアにはエポキシ系樹脂を用い、成膜はスピコート法を用いた。成膜後、研削、研磨により平坦化処理を行いコア層の厚さを120  $\mu$ mとした。次に、コア層の上にマスク材を成膜し、フォトリソグラフィでパターンニングを行った。マスク材にはAlを使用し、 $O_2$ ガスを流入させてマスク層に保護されていないコア層の不要部分をエッチングにより除去( $O_2$ -RIE)し、L字型を構成する水平部のコアと、垂直部のコアにはさまれた部分のコア樹脂を取り除いた(図7(b))。取り除いたコア樹脂の厚みは、80  $\mu$ mであり、図7(a)～図7(e)の紙面に垂直方向へは、直列に並ぶ複数の素子に亘ってライン状にコア樹脂を取り除いた。次に、クラッド樹脂を全面に充填した。(図7(c))。次に垂直部のコアの不要部分、チャンネル間、素子間のコア、クラッド樹脂を取り除き(図7(d)、斜視図を図8に示す)、その後、クラッド樹脂を全面に充填し、成膜後、クラッド樹脂の上面を研削、研磨し平坦化処理を行った(図7(e))。

[0035] 次にエポキシ系の接着剤で、第二の仮硝子基板を貼り付け、犠牲層を溶解して第一の仮基板を取り除いた。犠牲層の除去には硫酸銅、塩化第二鉄、水の混合液を用いた。

[0036] その後、コアの直角曲がり部にダイシングソーでV溝を形成しミラー膜を形成した。ミラーはマグネトロンスパッタでV溝部分にのみAu膜が形成されるように実施した。ミラー面を成膜後、V溝にクラッド樹脂を充填すると共に、全面にクラッド層を成膜し、表面を研削、研磨して平坦化処理を行った。次に、硝子基板をクラッド層上面にエポキシ系の接着剤を用いて貼り付け、次に各素子を2mm×2mmの正方形に切断分離し、780個の4チャンネル光路変換素子が得られた。波長1.3ミクロンの光を通し、挿入損失を測定したところ、挿入損失3dB以下で、さらに各素子内での挿入損失のばらつきが0.1dB以下のものが、603個(77%)得られ、一度に均質な4チャンネル

光路変換素子を歩留まり良く製造することができた。

## 請求の範囲

- [1] 複数の、樹脂光導波路とミラーによって構成され、光路の方向を変換する多チャンネルの光路変換素子において、ミラーを挟み光路の方向が変化したコアが一体的に形成され、かつ、複数のチャンネルのコアが、互いの位置関係を維持した状態で、同時に形成されていることを特徴とする樹脂製の多チャンネル光路変換素子。
- [2] 基板上にクラッド樹脂による直方体形状のブロックを形成し、コア樹脂で該ブロックを蔽うコア層を成膜し、該コア層と該ブロックを選択的にエッチングすることにより光路の方向が直角状に変化した複数のコアを同時に形成する工程を含むことを特徴とする請求項1記載の樹脂製の多チャンネル光路変換素子の製造方法。
- [3] 樹脂製の多チャンネル光路変換素子の製造方法であって、  
1) 基板上にクラッド樹脂で下部クラッド層を成膜し、該クラッド層を選択的にエッチングすることにより、クラッド樹脂による直方体形状のブロックを形成し、  
2) コア樹脂で該クラッド材ブロックを蔽うコア層を成膜し、該コア層と前記クラッド樹脂ブロックを選択的にエッチングすることにより、上記基板に垂直なコアと平行なコアが一体的に形成した多チャンネルのコアを同時に形成することからなる、2つの工程を含むことを特徴とする請求項2に記載の樹脂製の多チャンネル光路変換光素子の製造方法。
- [4] 樹脂製の多チャンネル光路変換素子の製造方法であって、形成された多チャンネルのコアをクラッド樹脂で蔽った後、コアのコーナー部にミラー面を設け、その上にクラッド層を成膜する工程を含むことを特徴とする請求項2、または請求項3に記載の樹脂製の多チャンネル光路変換素子の製造方法。
- [5] 樹脂製の多チャンネル光路変換光素子の製造方法であって、  
1) 仮基板の上に犠牲層を成膜し、  
2) その上にクラッド層を成膜し、該クラッド層を選択的にエッチングすることにより、クラッド樹脂による直方体形状のブロックを形成し、  
3) コア樹脂で該ブロックを蔽うコア層を成膜し、  
4) 該コア層と該ブロックを選択的にエッチングすることにより、上記基板に垂直なコアと平行なコアが一体的に形成された多チャンネルのコアを同時に形成し、クラッド樹

脂で埋め込み、

5) コアのコーナー部にミラー面を形成するためのV溝を作製し、反射膜を成膜してミラー面とし、

6) クラッド樹脂でV溝の埋め込みを行い、その上に基盤を貼り付け、前記1)項の仮基板を除去後、多チャンネル光路変換素子に切断分離することからなる、6つの工程を含むことを特徴とする請求項2〜4のいずれかに記載の樹脂製の多チャンネル光路変換素子の作製方法。

[6] 基板上に樹脂によるコア層を成膜し、該コア層を選択的にエッチングすることにより光路の方向が直角状に変化した複数のコアを互いの位置関係を維持した状態で同時に形成する工程を含むことを特徴とする請求項1記載の樹脂製の多チャンネル光路変換素子の製造方法。

[7] 樹脂製のL字型多チャンネル光路変換素子の製造方法であって、基板上にコア樹脂でコア層を成膜し、該コア層を選択的にエッチングすることにより、L字を構成する水平部のコアと、垂直部のコアにはさまれた部分のコア樹脂を取り除き、光路の方向が直角状に変化したL字型の複数のコアを互いの位置関係を維持した状態で同時に形成する工程を含むことを特徴とする請求項6記載の樹脂製多チャンネル光路変換素子の製造方法。

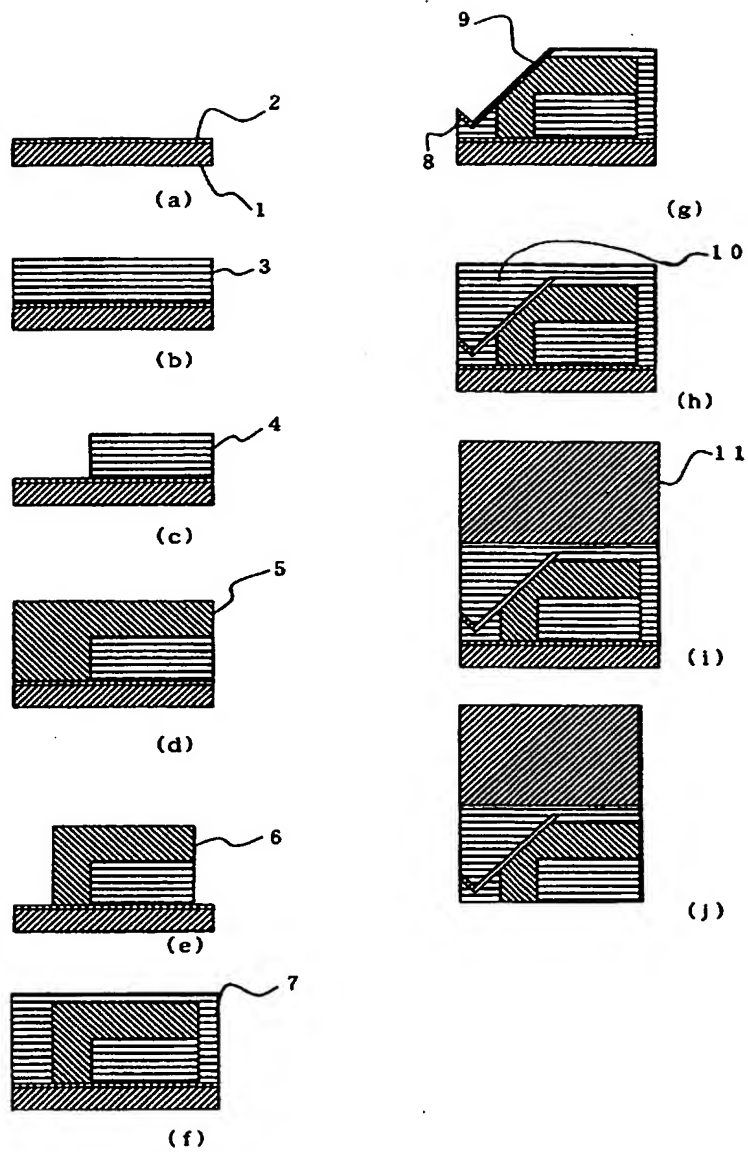
[8] 基板上にコア樹脂による直方体形状のブロックを形成し、クラッド樹脂で該ブロックを蔽うクラッド層を成膜し、該クラッド層と該ブロックを選択的にエッチングすることにより光路の方向が直角状に変化した複数のコアを互いの位置関係を維持した状態で同時に形成する工程を含むことを特徴とする請求項6または、請求項7のいずれかに記載の樹脂製多チャンネル光路変換素子の製造方法。

[9] 樹脂製の多チャンネル光路変換素子の製造方法であって、  
1) 基板上にコア樹脂でコア層を成膜し、該コア層を選択的にエッチングすることにより、コア樹脂による直方体形状のブロックを形成し、  
2) クラッド樹脂で該コア材ブロックを蔽うクラッド層を成膜し、該クラッド層と前記コア樹脂ブロックを選択的にエッチングすることにより、上記基板に垂直なコアと平行なコアが一体的に形成した多チャンネルのコアを同時に形成することからなる、2つの工

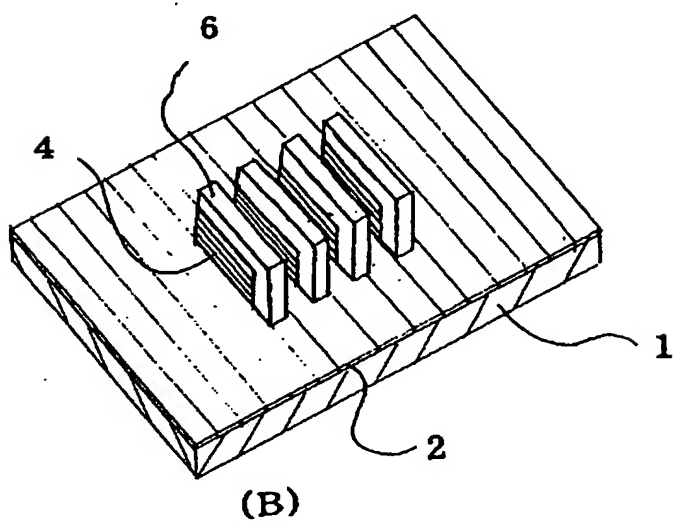
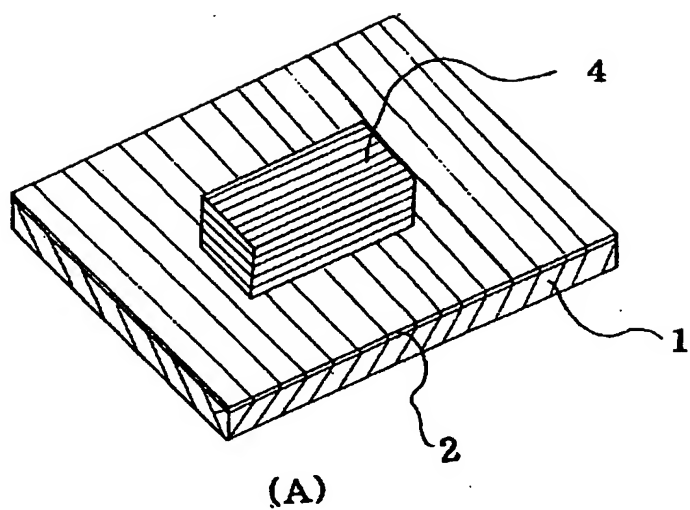
程を含むことを特徴とする請求項6ー請求項8のいずれかに記載の樹脂製の多チャンネル光路変換光素子の製造方法。

- [10] 樹脂製の多チャンネル光路変換素子の製造方法であって、形成された多チャンネルのコアをクラッド樹脂で蔽った後、コアのコーナー部にミラー面を設け、その上にクラッド層を成膜する工程を含むことを特徴とする請求項6ー請求項9のいずれかに記載の樹脂製の多チャンネル光路変換素子の製造方法。
- [11] 請求項6ー請求項10のいずれかの方法で製造された多チャンネル光路変換光素子。

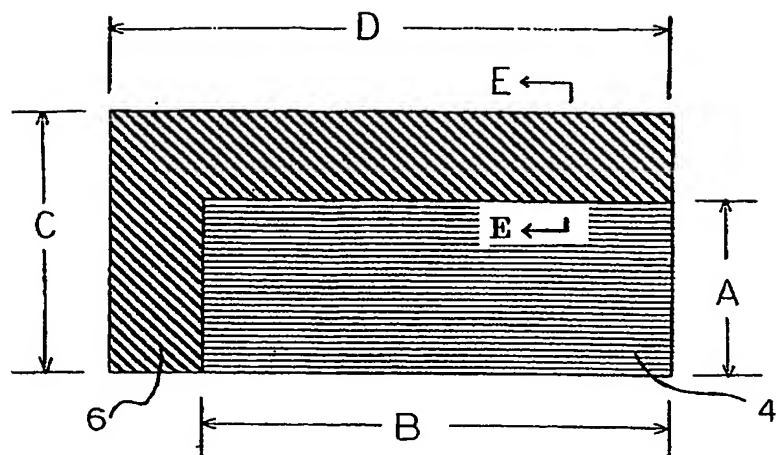
[図1]



[図2]

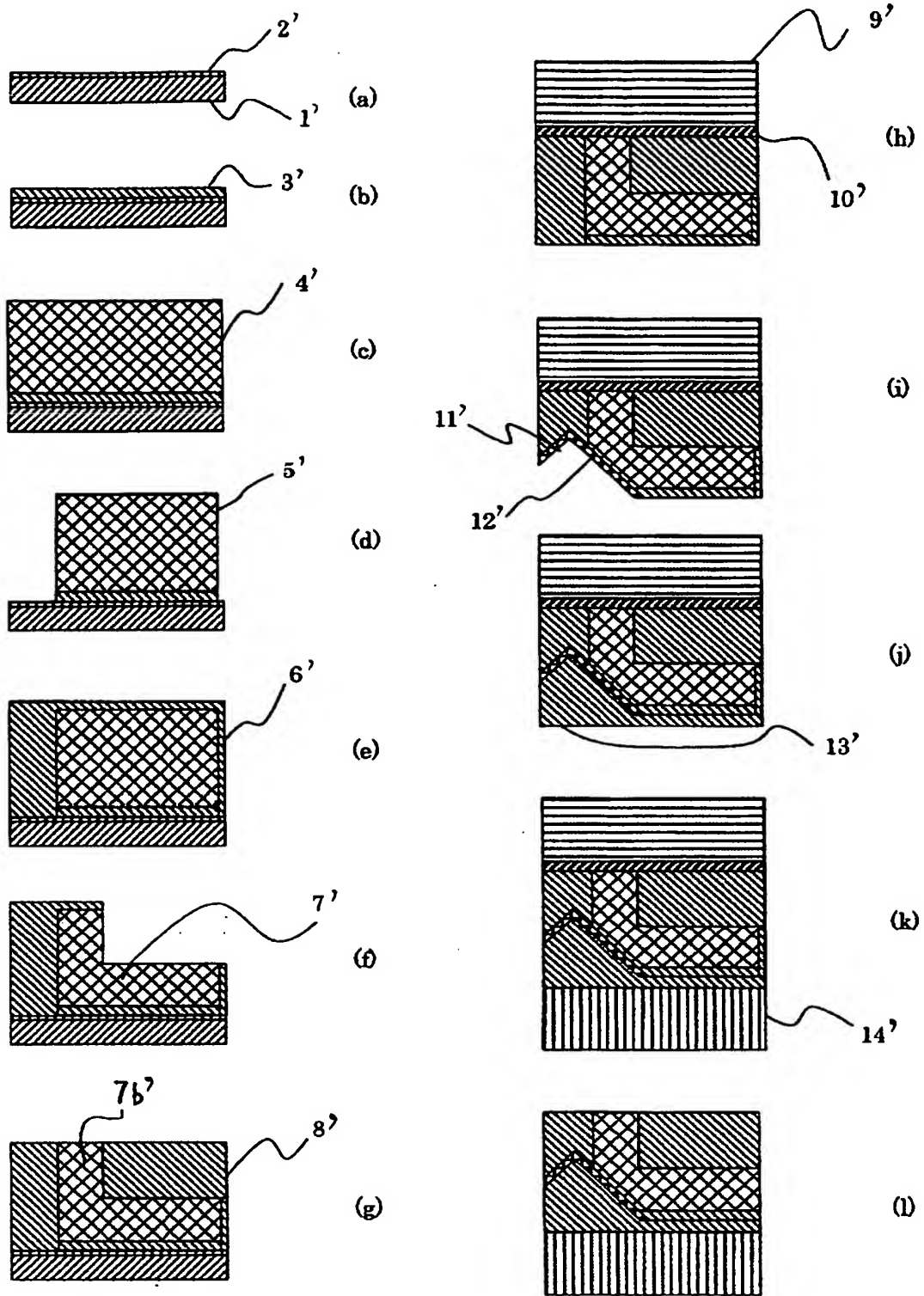


[図3]

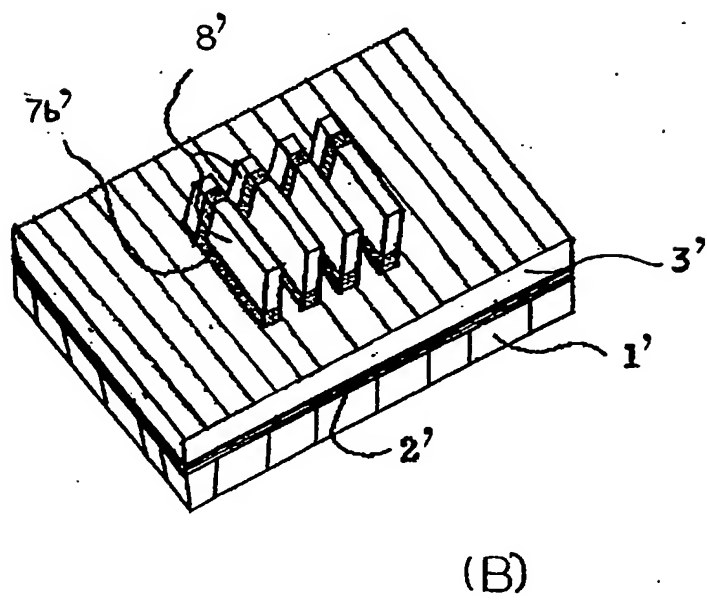
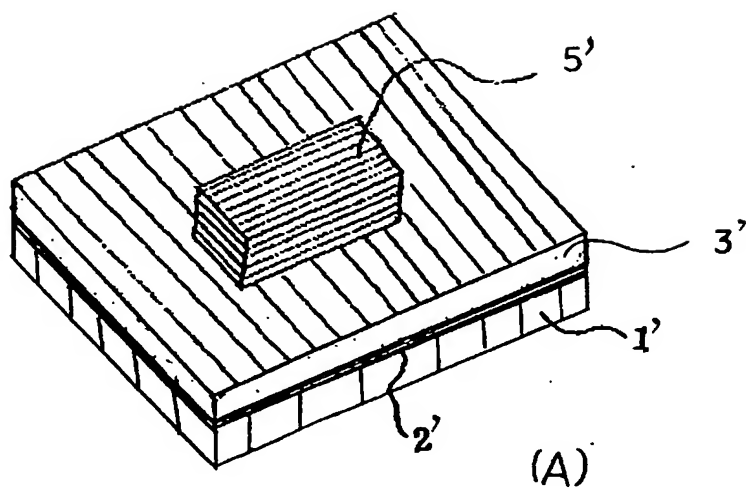




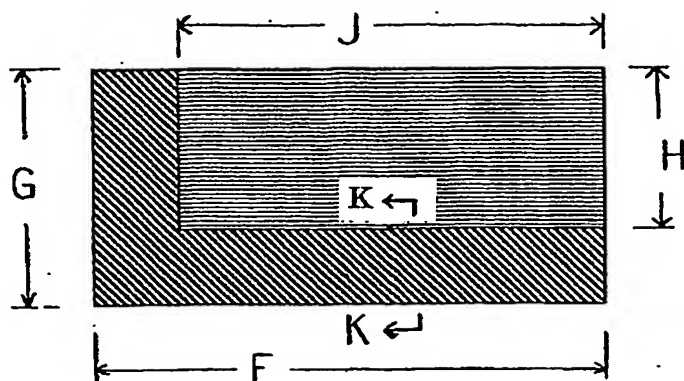
[図4]



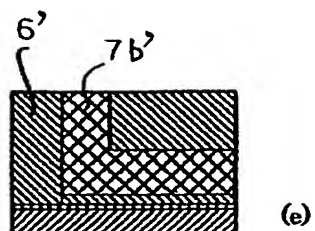
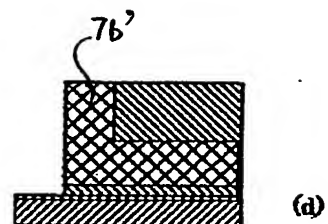
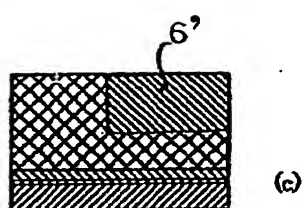
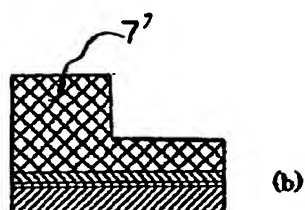
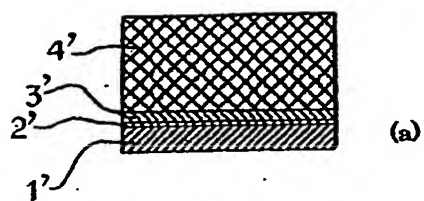
[図5]



[図6]



[図7]



[図8]

